

TYÖSTÖKESKUKSEN KUNNOSSAPITO- JA HUOLTO-OHJELMA

Yritys X

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Mekatroniikka
Kevät 2018
Jani Kurkela

Tiivistelmä

| | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|
| Tekijä(t) Kurkela, Jani | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK | Valmistumisaika kevät 2018 |
| | Sivumäärä 24 + 9 | |
| Työstökeskuksen kunnossapito- ja huolto-ohjelma Yritys X | | |
| Koulutusohjelma Lahden ammattikorkeakoulu Kone ja tuotantotekniikan koulutusohjelma | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kunnossapito- ja huolto-ohjelma yritys x:n tärkeälle työstökeskukselle. Yrityksen puolelta esitettiin tavoitteena, että työ olisi mahdollisimman selkeä ja käytännön läheinen. Kunnossapito ja huolto ohjeiden tarkoituksena oli ennalta ehkäistä mahdollisia vikaantumisia ja turvata koneen häiriötön toiminta. Tärkeänä asiana koettiin myös työympäristön siisteys ja puhtaus, joka vaikuttaa merkittävästi työssä viihtymiseen.</p> <p>Työ aloitettiin tutkimalla kunnossapitostrategioita kuten Total Productive Maintenance ja Reliability Centered Maintenance. Näistä strategioista poimittiin parhaiten yritykselle soveltuvat kunnossapidon menetelmät ja toimintamallit. Työympäristön kehittäminen pohjautui TPM strategiaan.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena laadittiin yrityksen työstökeskukselle ja sen toimintaympäristölle kattavat sekä tarkat kunnossapito- ja huolto-ohjeet. Näiden ohjeiden avulla toteutetaan päivittäiset ja tuntimääräiset kunnossapitotoimet. Kunnossapito siirtyi enemmän reagoivasta proaktiiviseksi. Työympäristön odotetaan siistiytyvän, joka lisää työn tehokkuutta ja samalla parantaa työssä viihtymistä.</p> | | |
| Avainsanat tuotanto-omaisuus, kunnossapito, huolto | | |

Abstract

| | | |
|--|--|--------------------------|
| Author(s) Kurkela, Jani | Type of publication Bachelor's thesis | Published spring 2018 |
| | Number of pages 24 + 9 | |
| Title of publication Maintenance and maintenance program of the machining center | | |
| Degree programme Lahti University of Applied Sciences Degree programme in Mechanical and Production Engineering | | |
| <p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to create a maintenance and maintenance plan for company x's major machining center. The commissioner wanted a clear and practical approach. Maintenance and service instructions were designed to prevent potential failures and to ensure trouble-free operation of the machine. A clean and well organized environment which has a significant influence to work efficiency and job satisfaction.</p> <p>The job was started by exploring maintenance strategies such as Total Productive Maintenance and Reliability Centered Maintenance. Of these strategies, the best practices were taken for the company's maintenance methods and operating models. Work on environmental development was based on the TPM strategy.</p> <p>As a result of the thesis work, the company's machining center and its operating environment were covered, and accurate maintenance and maintenance instructions were created. According to these instructions you can make daily and hourly maintenance work. Maintenance became from responsive towards proactive. The working environment is expected to become more clean, which increases the efficiency of the work and at the same time improves the job satisfaction.</p> | | |
| <p>Keywords</p> <p>fixed assets, maintenance, preventive maintenance</p> | | |

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 2 | TUOTANTO-OMAISUUS JA SEN HALLINTA | 2 |
| 2.1 | Tuotanto-omaisuuden hallinta ja hoitaminen | 2 |
| 2.2 | Tuotanto-omaisuuden hallinnan vaikutus yrityksen toimintaan. | 4 |
| 2.3 | Mitä on kunnossapito ja miksi sitä tarvitaan? | 5 |
| 2.4 | Kunnossapitolajit ja standardit..... | 6 |
| 2.5 | Kunnossapito | 8 |
| 2.5.1 | Huolto | 9 |
| 2.5.2 | Ehkäisevä kunnossapito | 9 |
| 2.5.3 | Korjaava kunnossapito | 9 |
| 2.5.4 | Parantava kunnossapito | 9 |
| 2.5.5 | Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen | 10 |
| 2.6 | Suunniteltu kunnossapito | 10 |
| 3 | VIKA JA VIKAAANTUMINEN | 12 |
| 3.1 | Vikaantuminen | 12 |
| 3.2 | Aika ja vikakäsitteet..... | 12 |
| 3.3 | Käytön vaikutus vikaantumiseen | 13 |
| 3.4 | Vikaantumisen estäminen | 14 |
| 4 | KUNNOSSAPITOSTRATEGIA | 16 |
| 4.1 | TPM..... | 16 |
| 4.1.1 | Suunnitteluvaihe | 16 |
| 4.1.2 | Mittausvaihe (TPM- menetelmä)..... | 17 |
| 4.1.3 | Kunnostusvaihe | 17 |
| 4.1.4 | Huippukuntovaihe | 17 |
| 4.2 | Käytön suorittama ylläpito | 17 |
| 4.3 | RCM | 18 |
| 4.4 | Asset management | 19 |
| 4.5 | SRCM..... | 19 |
| 5 | KUNNOSSAPITO JA HUOLTOSUUNNITELMA..... | 20 |
| 5.1 | Työn rajaukset ja tavoitteet | 20 |
| 5.2 | Työn toteutus | 20 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 5.3 Käyttöönotto ja ohjeistus | 21 |
| 6 YHTEENVETO | 22 |
| 6.1 Pohdintaa | 22 |
| LÄHTEET | 24 |
| LIITTEET | 25 |

Keskeiset käsitteet

| | |
|------|--|
| AM | Asset Managemet, käyttö-omaisuuden hallinta |
| F | Failure, vika |
| MDT | Mean Down Time, keskimääräinen seisokkiaika |
| MIT | Mean Up Time, keskimääräinen käyttökelpoisuusaika |
| MLDT | Mean Logistic Delay Time, keskimääräinen logistinen viiveaika |
| MOT | Mean Operational Time, keskimääräinen tuotantoaika |
| MPDT | Mean Preventive Maintenance Down Time, keskimääräinen pysäytyksen vaatima huoltoaika |
| MRMT | Mean Running Maintenance Time, keskimääräinen käytönaikainen huoltoaika |
| MTBF | Mean Time Between Failure, keskimääräinen vikaantumisväli |
| MTTF | Mean Time To Failure, keskimääräinen vikaantumisaika |
| MTTM | Mean Time To Maintain, keskimääräinen kunnossapitoaika |
| MTTR | Mean Time To Repair, keskimääräinen korjausaika |
| MUT | Mean Up Time, keskimääräinen käyttökelpoisuusaika |
| MWT | Mean Waiting Time, keskimääräinen odotusaika (yleensä logistinen) |
| RCM | Reliability Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito |
| RTF | Run To Failure, ajetaan vikaan |
| SRCM | Streamlined RCM, virtaviivaistettu RCM |
| TPM | Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito |

1 JOHDANTO

Tänä päivänä tuotantolaitoksille on ensiarvoisen tärkeää toimiva ja katkeamaton tuotanto. Yrityksen kilpailukyky perustuu useasti pitäviin toimitusaikoihin sekä laatuun. Toimitusajat ovat useasti lyhyitä, joten tuotantohäiriöihin ei ole varaa. Tämän insinööriyön tarkoituksena on laatia kunnossapito- ja huolto-ohjelma CNC-työstökeskukselle, jotta mahdolliset riskit tuotannon katkeamisesta sekä konerikoista voidaan minimoida. Yritys x:llä ei ole tällä hetkellä mitään kunnossapito-ohjelmaa yrityksen työstökeskukselle.

Insinööriyön tavoitteena on tehdä yksinkertainen kunnossapito- ja huolto-ohjelma, jotta sen käyttö olisi mahdollisimman vaivatonta ja arkipäiväistä. Sähköisiä ratkaisuja emme lähde tekemään vaan muodostetaan mappi, jossa on konekortti, turvalaite ja pneumatiikka pohjakuvat sekä koneen huoltokohteet. Tällä hetkellä huollot perustuvat vain koneenkäyttäjien muistin varaan, mikä aiheuttaa riskin konerikkoihin ja tuotantokatkoksiin.

Yritys x perustettiin vuonna 1986 jolloin sen perustana toimi massiivihuonekalujen valmistukseen erikoistunut yritys. Entisen yrityksen pääraaka-aine massiivipuu vaihtui koivuviiluksi. Vuoteen 2001 asti yritys valmisti ainoastaan Ikean huonekaluja, mutta aikakausi loppui, kun Ikea siirsi huonekaluvalmistuksensa halvempien kustannusten perässä Itä-Eurooppaan. Tällä hetkellä Yritys x:n asiakkaina on mittava joukko Suomen merkittävimpiä huonekalujen ja lamppujen valmistajia.

Yrityksen päätoimiala on muoto- ja tasopuristeiden valmistus, niin kotimaisille kuin ulkomaisille asiakasyrityksille. Yritys x onkin yksi Koskisen Oy:n koivuviiluteollisuuden suurimmista asiakkaista.

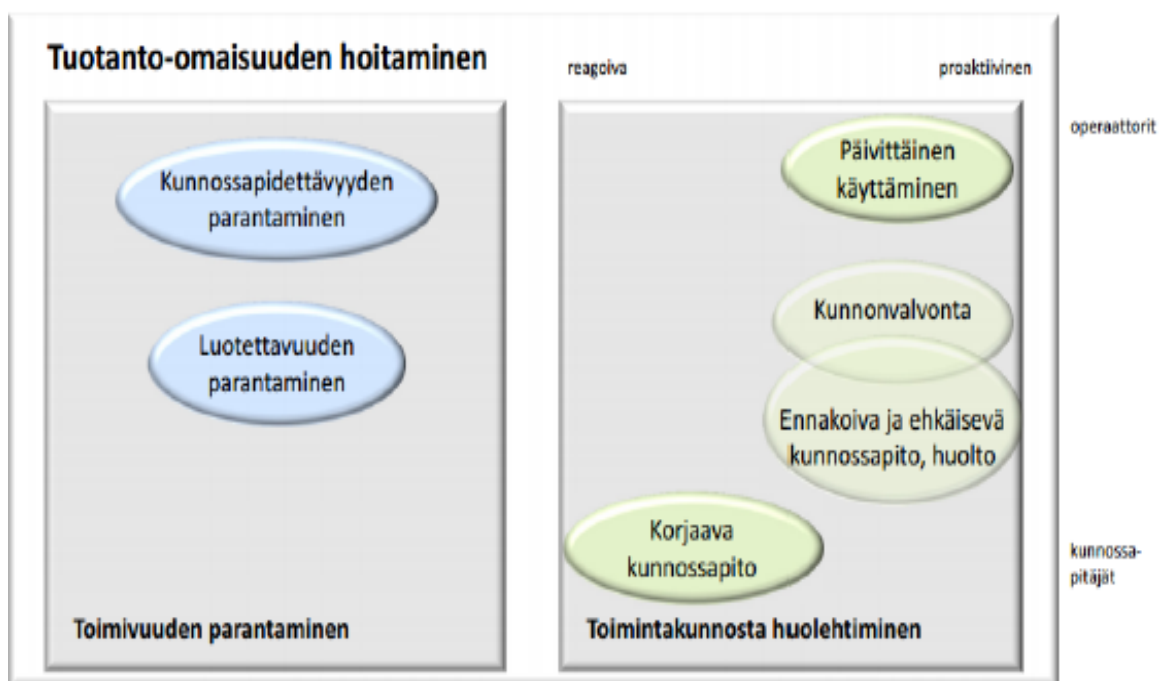
2 TUOTANTO-OMAISUUS JA SEN HALLINTA

Perinteisesti yritykset ovat itse pyrkineet huolehtimaan tuotantokoneiden ja valmistusprosessien toiminnasta tekemällä kunnossapitoa, mutta se on suurelta osin korjaavaa. Tuotantomäärien kasvaessa ymmärrettiin, että nopeasti korjaaminen ei ole oikea tapa saavuttaa tehokkuutta (Järviö & Lehtiö 2017, 14).

Ruotsissa 1970-luvulla ryhdyttiin tutkimaan tätä ongelmaa Lundin yliopistossa. Tutkimusten perusteella huomattiin, että prosessin tehokkuus perustuu häiriöttömyyteen eli vikaantumisen estämiseen. Vikaantumista on taas yleensä pidetty kunnossapitäjistä johtuvana, mutta tutkimusten perusteella käyttäjillä onkin tässä kohtaa suurempi merkitys vian kehittymisen kannalta. Heidän ammattitaitoaan tuleekin kehittää enemmän vikojen analysoimisen suuntaan, kuin vaan pelkän käyntitilan valvontaan. Näin menetellen päästään nopeammin kiinni vikoihin jo niiden kehitysvaiheessa, jolloin mahdollinen vika voidaan ennakoida ja korjata ennen rikkoontumista (Järviö & Lehtiö 2017, 14).

2.1 Tuotanto-omaisuuden hallinta ja hoitaminen

Tuotanto-omaisuuden hallinnassa on syytä ottaa huomioon eräitä tärkeitä seikkoja kuten: tuotanto-omaisuus ja sen tuotantokyky voivat hyvin ja tuotantoprosessia häiritään mahdollisimman vähän. Kaikki hallintatoimet tulee tehdä suunnitellusti ja hallitusti. Tuotanto-omaisuuden hyvä hallinta ei tarkoita korjausten nopeaa suorittamista vaan, että suunnittelemattomia korjauksia tehdään mahdollisimman vähän (Järviö 2012).



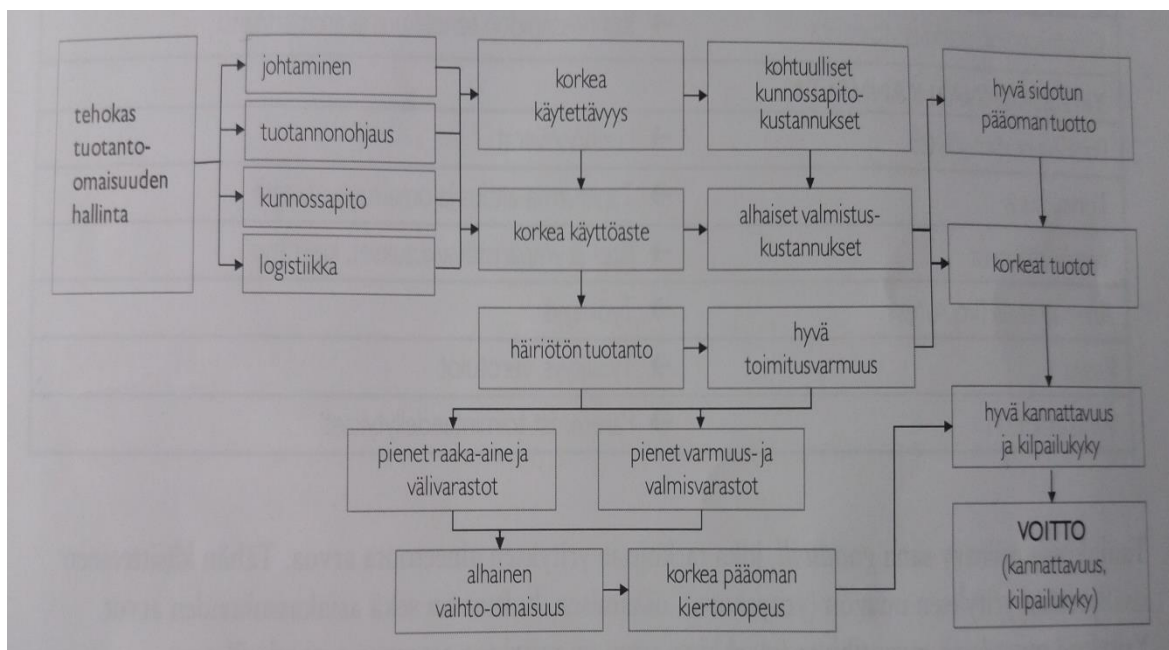
Kuvio 1. Tuotanto-omaisuuden hoitamisen osa-alueet (Järviö & Lehtiö 2017, 15).

Kuviossa 1 on esitetty proaktiiviset toimet, joihin korjaava kunnossapito ei kuulu, koska se on reagoivaa. Proaktiivisia toimia voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kun taas korjaava kunnossapito on tehtävä heti vian ilmettyä. Reagoiva kunnossapito on kallein kokonaiskustannuksiltaan jopa kymmenkertainen verrattuna proaktiivisiin (Järviö & Lehtiö 2017, 15).

Tehokkaan tuotannon saavuttamiseksi tarvitaan yleensä kaksi pääelementtiä, jotka ovat tehokas prosessi ja osaaminen. Tehokkaan prosessin saavuttamiseksi yleensä lisätään automaatiota, mutta sen vaikutus voi myös olla osaamisen vähentyminen. Osaamisen merkitys on siinä, kuinka optimaalisesti pystytään prosessia ajamaan. Kaikki valmistusprosessit ovat ajallisesti rajoittuneita eli ne kuluvat ja lopulta hajoavat. Oikeanlaisella tuotanto-omaisuuden hoitamisella pyritään pitämään koneiden ja laitteiden kunto asiallisena. Perinteisesti on ajateltu, että kunnossapito kuuluu kunnossapito-osastolle, joka on taas johtanut tehtävien vieroksuntaan tai laiminlyönteihin. Tämä ajattelumalli kuvastaa heikosti kehittynyttä tuotanto-omaisuuden hoitamiskulttuuria. Toimintakunnosta huolehtimien on jokaisen henkilö-ryhmän vastuulla, jotka ovat tekemisissä tuotanto-omaisuuden kanssa (Järviö & Lehtiö 2017, 16).

2.2 Tuotanto-omaisuuden hallinnan vaikutus yrityksen toimintaan.

Kunnossapito on yksi yrityksen suurimmista kustannuksista, sekä usein kontrolloimaton. Yrityksen kannalta on tärkeää panostaa kunnossapidon hallintaan, jolloin kustannuksia voidaan hallita. Jotta pystytään selvittämään kunnossapitopanostusten synnyttämät tuotot pitää osata tunnistaa niiden vaikutusmekanismit (Järviö & Lehtiö 2017, 27).



Kuvio 2. Tuotanto-omaisuuden hallinnan vaikutus yrityksen kannattavuuteen (Järviö & Lehtiö 2017, 27).

Kuviosta 2 ilmenevä panos-tuotosyhteys vaikutusketjun ymmärtäminen vaatii kokemusta ja ammattitaitoa. Helposti saatetaan tulospaannusta selittää markkinoinnilla ja suhdanteilla, vaikka se onkin suora tulos panostuksista tuotanto-omaisuuden hallintaan (Järviö & Lehtiö 2017, 27).

| TULOKSEN KASVUNA | |
|---------------------------------------|---|
| Tuotteen laatu | → Parempi hinta |
| Käytettävyys | → Lisämyynti |
| Toimitusvarmuus | → Asiakastyytyväisyys |
| Eliniän jatkaminen | → Sijoitetun pääoman tuotto |
| Laitoksen imago | → Työvoiman saanti, osakkeen arvo, goodwill |
| KUSTANNUSTEN SÄÄSTÖNÄ | |
| Energian säästö | → Laadukkaat laitteet ja säädöt |
| Raaka-aineet | → Hylky- ja susituotteet |
| Osaamisen siirto uuteen investointiin | → Kokemuksen hinta |
| Organisaation laadukas toiminta | → Kunnossapidon tehokkuus ja ammattitaito |
| YHTEISKUNNAN KANNALTA | |
| Raaka-aineiden käyttö | → Luonnonvarat |
| Turvallisuus | → Tapaturma-alttius ja omaisuusvahingot |
| Ympäristöarvot | → Jäte- ja ympäristövaikutukset, kierrätys |
| Ammattitaito (koulutus) | → Työllisyys |
| Kasvu | → Työllisyys, verotulot |
| Infrastruktuuri | → Paremmat toimintaedellytykset |

Kuvio 3. Kunnossapidon vaikutus liiketoimintaan (Järviö & Lehtiö 2017, 28).

Kunnossapidon mahdollistama parannuspotentiaali on esitetty kuviossa 3.

Taulukossa esiintyvä sana goodwill tarkoittaa yrityksen aineetonta arvoa, joka liittyy yrityskuvaan (imagoon). Yleisesti arvot perustuvat kulttuuriin, osaamiseen ja asiakassuhteisiin (Järviö & Lehtiö 2017, 28).

2.3 Mitä on kunnossapito ja miksi sitä tarvitaan?

Kirjallisuudessa standardin, SFS-EN 13306:2010 mukaan kunnossapito määritellään seuraavasti:

Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittaan halutun toiminnon (Järviö & Lehtiö 2017, 18).

Standardi PSK 6201:2011 taas määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde

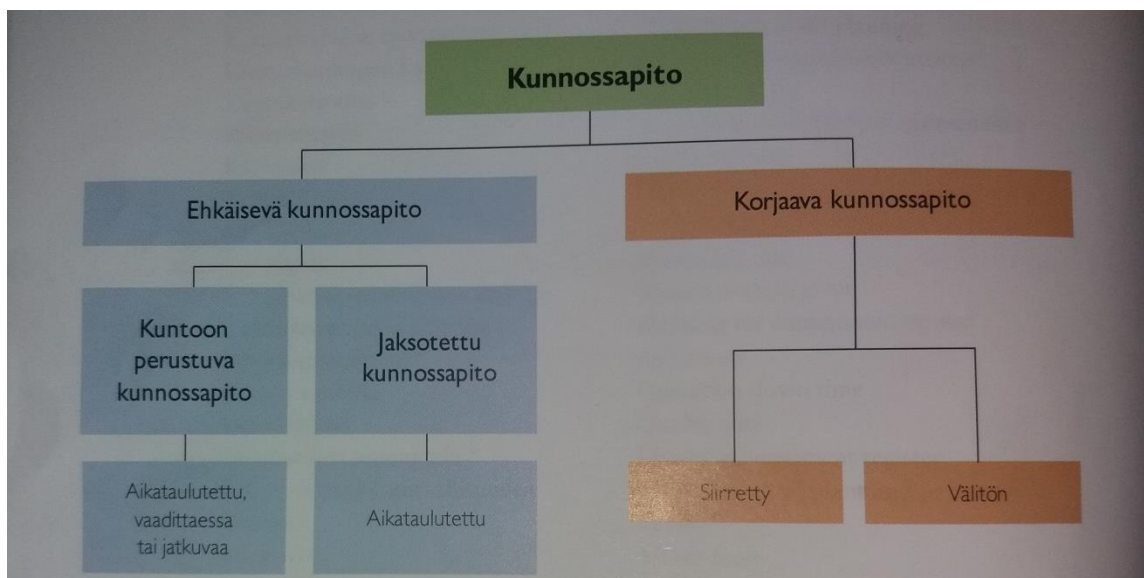
tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana (Järviö & Lehtiö 2017, 18).

Määrittämisestä käy ilmi, että standardit pohjautuvat korjaavaan kunnossapitoon, joka on vain osa tuotanto-omaisuuden hallintaa. Kunnossapito on osa tuotanto-omaisuuden hallintaa kuten ylläpitoa, säätämistä, säilyttämistä ja kehittämistä. Laitteen ylläpidolla tarkoitetaan laitteen toimintakunnon varmistamista siten, että koneen ei anneta huonontua tai hajota ja sen laaduntuottokyky pysyy samana. Oikeiden käyttöolosuhteiden noudattamisella laitteen käyttö on turvallista ja silloin pystytään hallitsemaan jäljellä olevaa elinjaksoa. Laitteen modernisointitarve tulee yleensä esille silloin, kun joudutaan korjaamaan suunnittelun heikkouksia. Käyttö ja kunnossapitotaitoja tulee kehittää, jotta osataan tulkita ja analysoida oikein laitteen toiminnasta saatua tietoa (Järviö & Lehtiö 2017, 19).

2.4 Kunnossapitolajit ja standardit

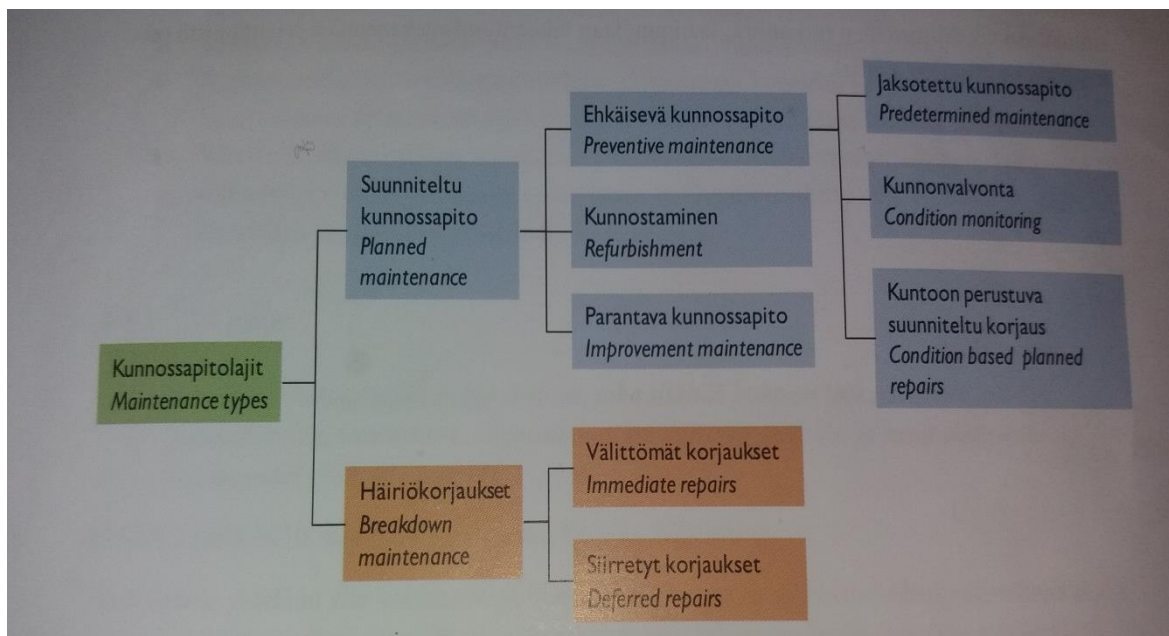
Tehokkaan tuotanto-omaisuuden johtamisen perusedellytyksenä on, että kunnossapito jaotellaan eri lajeiksi, jolloin tehokkuutta ja työkustannuksia voidaan vertailla. Näin menetellen voidaan seurata kunnossapidon tehokkuutta ja vertailla eri lajien työkustannuksia sekä tehtyjä tunteja (Järviö & Lehtiö 2017, 46).

Standardi SFS-EN 13306:2010 jakaa kunnossapito toimet vian havaitsemisen mukaan kuten kuviossa 4 on esitetty. Aikaisemmin vika määriteltiin tilaksi, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa. Nykyään ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät kaikki ne toimenpiteet, joita suoritetaan ennen kuin vika pysäyttää toiminnan. Voidaankin siis tulkita, että jako ammattikirjallisuuden mukaan on proaktiivinen – reagoiva (Järviö & Lehtiö 2017, 46).



Kuvio 4. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306:2010) (Järviö & Lehtiö 2017,46).

PSK 7501:2010 standardi julkaistiin aiemmin kuin PSK 6201:2011, se on muuten samanlainen, mutta kunnonvalvontaan perustuvat lajit yhdistettiin yhdeksi lajiksi (kuntoon perustuva kunnossapito) (Järviö & Lehtiö 2017, 47).



Kuvio 5. Kunnossapitolajit (PSK 7501:2010) (Järviö & Lehtiö 2017, 47).

Kunnossapitolajit on esitetty yllä olevassa kuviossa 5. Kuviosta voidaan havaita, että kunnossapito sisältää kaksi alalajia, suunniteltu kunnossapito sekä häiriökorjaukset. Kunnossapitotoimet on jaettu myös RCM:n mukaan ennakoiiviin ja reagoiviin. Reagoivista toimista voidaan käyttää termiä default actions (oletustehtävä tai ohjeistus, toimitaan vian sattuessa). Proaktiivisiin toimiin kuuluvat vikaantumisen havaitseminen (havaitaan ennen rikkoontumista) ja vikaantumisen estämien. Vikaantumisen estämistä parannetaan kun kiinnitetään huomiota jaksotettuun kunnostamiseen ja komponenttien uusimisella. (Järvi & Lehtiö 2017, 48).

2.5 Kunnossapito

Yrityksen tavoitteena on oltava vikaantumisen estäminen eikä vikojen tehokas korjaaminen (Gifford Brownord, Ford Motor Co.) (Järviö & Lehtiö 2017, 30).

Tuotanto-omaisuuden hallintaan kuuluu tuotanto-omaisuuden hoitaminen, joka korostaa kaikkien tuotantoprosessiin osallistuvien ihmisten roolia koneiden ja laitteiden toimintakunnosta huolehtimiseen. Vastaavana käytännön esimerkiksi voidaan ottaa oman asunnon siisteydestä ja kunnosta huolehtiminen.

Erikoisosaamista vaativissa tehtävissä kutsutaan ammattilainen paikalle (Järviö & Lehtiö 2017, 30).

Yleisesti ottaen valmistusprosessin käyttäjät ja kunnossapitäjät ovat olleet kaksi erillistä ryhmää, mutta tämä jako aiheuttaa helposti tilanteen, että molemmat osapuolet suuntaavat mielenkiintonsa oman intressinsä ajamiseen. Tehokkaampi tapa on, että koneiden käyttäjät käyttävät koneitaan oikein ja mahdollisimman tehokkaasti. Tämä vaatii hyvää yhteistyötä kunnossapidon ja käytön välillä (Järviö & Lehtiö 2017, 30).

Tuotanto-omaisuuden hoitaminen on paljon muutakin kuin vaan pelkkää kunnossapitoa. Kunnossapitolajien avulla hallitaan tuotantolaitoksen kunnossapito ja pääryhmiä on viisi (Järviö & Lehtiö 2017, 49).

2.5.1 Huolto

Huollon avulla ylläpidetään kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky tai estetään vaurion syntyminen. Jaksotetun huollon välit määräytyvät käytön, määrän sekä rasitettavuuden mukaan. Yleisimpiä toimia joita huoltoon sisältyy ovat puhdistus, voitelu, huolto, kalibrointi ja kuluvien osien vaihtaminen. Näiden toimien avulla vaalitaan toimintaedellytyksiä sekä toimintakyvyn palauttamista. (Järviö & Lehtiö 2017, 49 - 50).

2.5.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito seuraa kohteen suorituskykyä tai sen parametreja. Päämääränä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai kohteen toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on aikataulutettua ja säännöllistä tai sitä tehdään vaadittaessa. Ehkäisevä kunnossapito on tarkastamista, kunnon valvontaa, testaamista ja käynninvalvontaa. Vikaantumisen analysointi ja määräystenmukaisuuden toteaminenkin kuuluvat ehkäisevään kunnossapitoon. (Järviö & Lehtiö 2017, 50).

2.5.3 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla palautetaan jo vikaantunut osa tai komponentti käyttökuntoon. Yleisesti korjaavaan kunnossapitoon sisältyy: vian määrittäminen, tunnistaminen, paikallistaminen sekä korjaus tai väliaikainen korjaus. Toiminta kunnon palauttaminen luetaan myös kuuluvaksi korjaavaan kunnossapitoon. Korjaavaa kunnossapitoa on häiriökorjaus (suunnittelematon) tai kunnostus (suunniteltu) (Järviö & Lehtiö 2017, 51).

2.5.4 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito on pääosin modernisointia, parannuksia ja korjauksia. Koneen tai laitteen tuotanto ominaisuuksia halutaan saada jollain tavoin paremmaksi. Esimerkiksi korvataan vanha DC-käyttö taajuusohjatulla oikosulkumoottorilla, tai koneen uudelleen suunnittelut ja korjaukset. Uudelleen suunnittelulla voidaan muuttaa konetta esimerkiksi luotettavammaksi tai jos on huomattu, että siinä on jo alun perin toiminnallista häiriötä jollakin toiminta alueella (Järviö & Lehtiö 2017, 51).

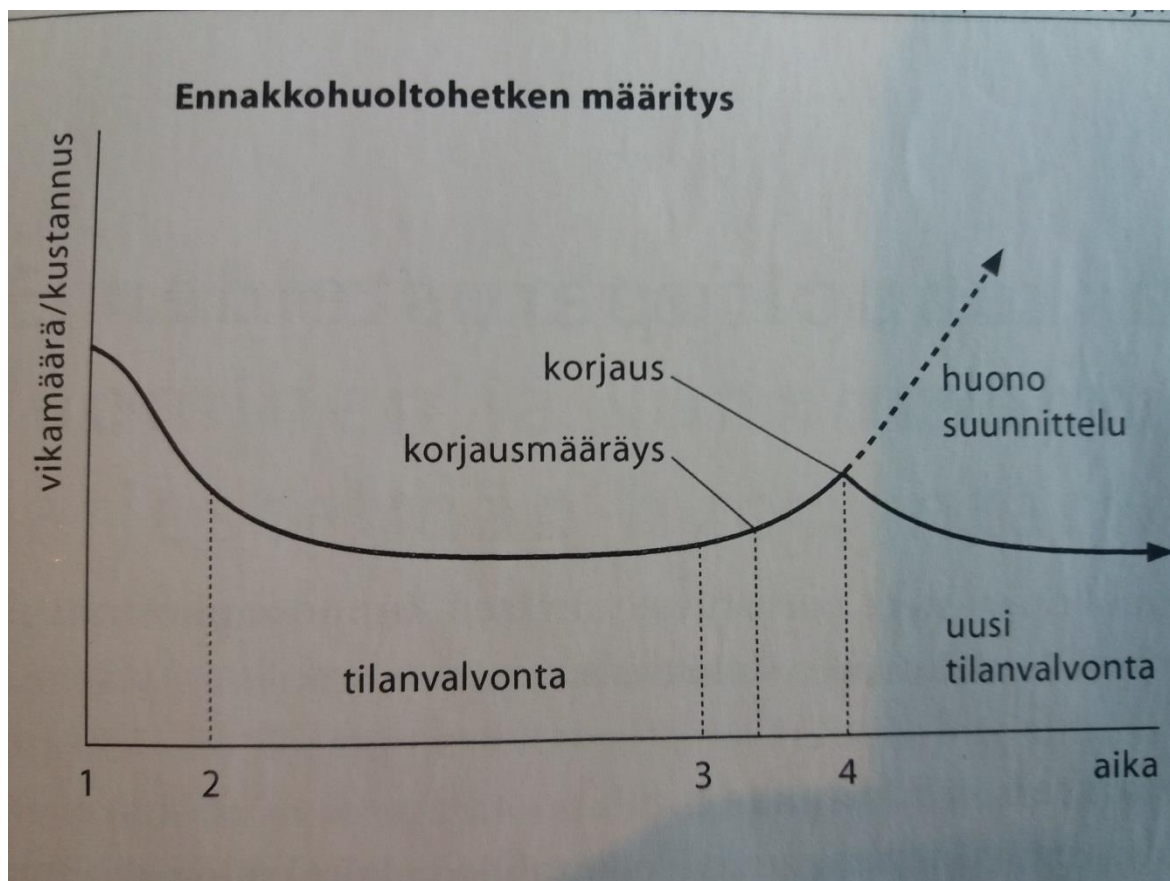
2.5.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä estetään vian perussyö sekä vikamuoto (tapa, jolla kohteen kykenemättömyys suorittaa vaadittu toiminta ilmenee).

Tulosten perusteella voidaan suorittaa toimenpiteitä, joilla estetään vastaavan vahingon uusiutuminen. Yleisimpiä käytettyjä analyysejä ovat vika-analyysi, mallintaminen, vikaantumisen ja juurisyyn selvittämien sekä materiaalien ja suunnittelun analyytit. Vikaantumispotentiaalin kartoitukset/riskienhallinta kuuluu myös vikojen ja vikaantumisen selvittämiseen. Koska analyytien tekeminen vaatii erikoisosaamista, ei aivan jokaista rikkoontumista kannata analysoida. (Järviö & Lehtiö 2017, 52).

2.6 Suunniteltukunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito on yleensä suunniteltua ja säännöllistä toimintaa, jota suoritetaan koneen käydessä sekä seisokkien (mukaan lukien häiriö) yhteydessä. Ennustava kunnossapito pyrkii erilaisilla mittaus tavoilla, kuten värähtelyanalyytit, öljyanalyytit ja IR-kuvaus (infrapuna), selvittämään koneen ja sen osien kuntoa. Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä jos kustannukset ovat pienemmät kuin vahingot ja menekit tai kohteelle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö & Lehtiö 2017, 100 - 101).



Kuvio 6. Ennakkohuoltohetken määrittäminen (Heinonkoski 2004, 146 - 147).

Kuviossa 6 on esitetty ennakkohuoltovälit ja mitä niissä yleisesti tehdään. Välillä 1-2 on yleensä alkuvaikeudet eli "lapsentaudit", sekä muut oireet, jotka ilmenevät heti koneen käyttöönoton jälkeen. Oireiden seurauksena syntyneet viat, laitteen suorituskyky, toiminta-arvot ja mittaukset on kirjattava ja tieto on tallennettava myöhempää tarkastelua varten. Seuraava väli 2-3 on laitteen tilan sekä ylläpidon valvontaan kuluva aika ja samalla tehdään vertailua laitteen suorituskyvystä, tilasta ja käytettävyydestä. Seurannan pohjalta voidaan päätellä milloin mahdollinen korjaus tulisi tehdä. Viimeisellä välillä 3-4 tehdään yleensä korjaus päätös, mutta voidaan jatkaa myös käyttöä, jos koneen tila ei heikkene liikaa. Seisokkiaika tulisi olla mahdollisimman lyhyt, joten korjaukset on suunniteltava tarkasti (Heinonkoski 2004, 146 - 147).

Hyvän kunnossapidon mittarina voidaan pitää sitä, että jo kolme viikkoa etukäteen tiedetään 80 % tehtävästä työkuormasta. Tällöin työt voidaan suunnitella ja mahdolliset tarvittavat varaosat hankkia (Järviö & Lehtiö 2017,101).

3 VIKA JA VIKAAANTUMINEN

Vikaantuminen on tapahtuma/tapahtumaketju, joka lopuksi aiheuttaa kohteessa vian (vikatilan), jolloin kohde ei enää toimi halutulla tavalla. (Järviö & Lehtiö 2017, 70)

Vika määritellään tilaksi, jossa kohteelle asetettu toiminto ei toteudu.

Vikaantumisen seurauksena voi syntyä vika joka on häiriö tai vaurio. Häiriötilassa kohde ei ole rikki vaan se tarvitsee korjauksen kuten puhdistus, säätäminen tai uudelleen käynnistys. Esimerkkinä voi olla pumppu, jonka pitäisi pumpata 350 l/min, mutta sen tuotto onkin jostain syystä laskenut 300 l/min. Pumppu toimii käytännössä, mutta ei sille asetetulla tavalla. Vauriotilassa taas kohde on rikki ja tarvitsee välittömän korjauksen (Järviö & Lehtiö 2017, 71).

3.1 Vikaantuminen

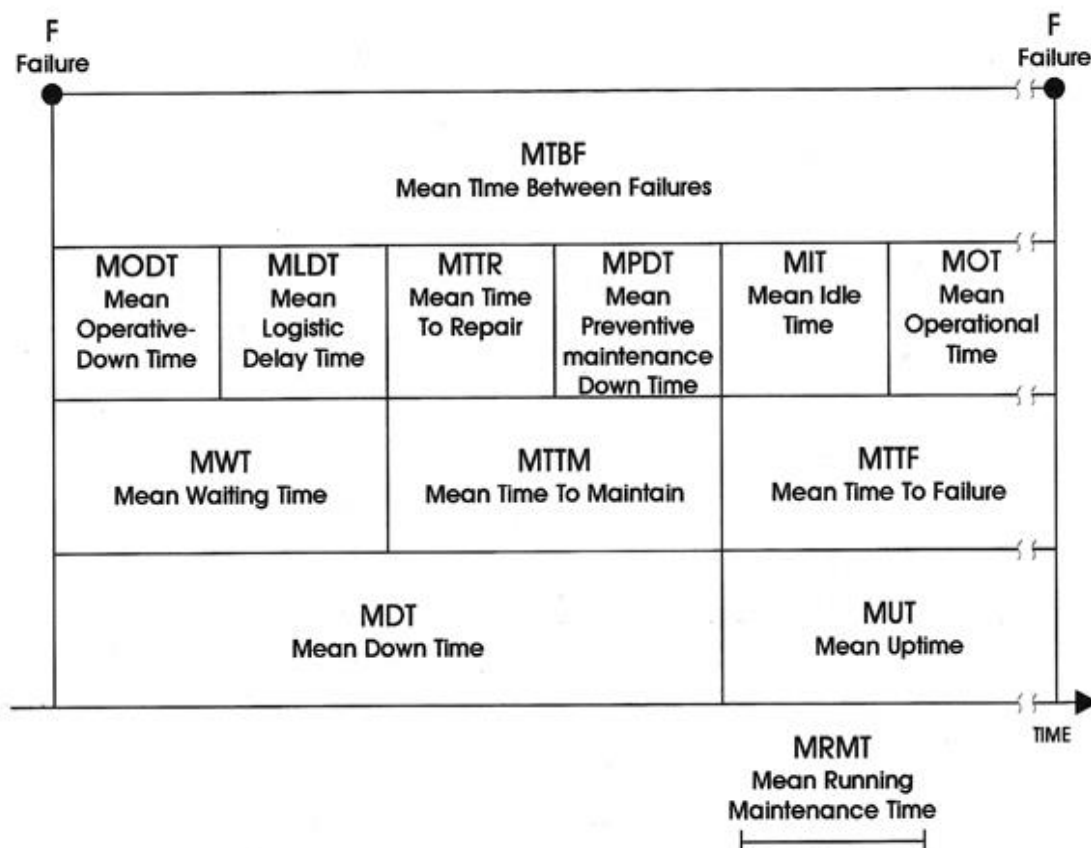
Vikaantumisen ilmetessä kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminto päättyy ja syntyy vikatila. TPM:n käsitteistä löytyy kahta eri vikatyyppeä, jotka ovat krooninen ja satunnainen. Krooninen vika on yleensä piilevä sekä haittaa kohteen toimintaa. Satunnaisvika on yllättävä ja haittaava (häiriö). RCM tuntee käsitteen potentiaalinen vikaantuminen tai oirehtiva vika (Järviö & Lehtiö 2017, 72).

3.2 Aika ja vikakäsitteet

Tuotannollisessa toiminnassa vikakäsitteitä tarkastellaan yleensä kahdesta näkökulmasta, kohteen toiminnan kannalta (tärkeää kohteen käytölle) sekä kohteen rakenteen ja tekniikan kannalta (tärkeää kohteen kunnossapidolle).

Kuviossa 7 on esitetty vikaantumisen aikamäärittely, josta nähdään vikaantumiseen kuluva aika ja mitä se sisältää. Mahdollisia vian syntymismekanismeja ovat fysikaaliset, kemialliset tai joku muu vika.

Vioittumistapoja voi olla esimerkiksi komponentin oikosulku tai yhteisvika, joka on usean komponentin vikaantuminen yhteisestä syystä. Vika tyyppejä ovat piilevä, paljastuva ja vaarallinen vika. Piilevä vika ilmenee vasta kohteessa tehtävissä testeissä tai käyttötilanteen muuttuessa. Paljastuva vika ilmenee jo heti syntyessään ja vaarallinen vika heikentää järjestelmän kykyä toteuttaa siltä vaadittu toiminto (Opetushallitus 2018).



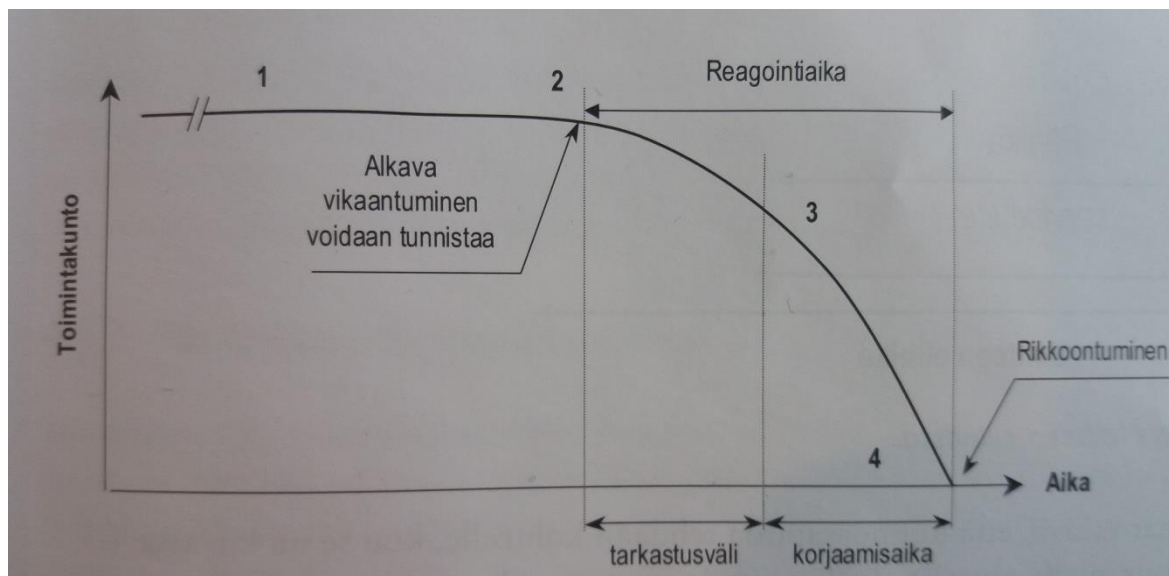
Kuvio 7. Kunnossapidon aika määrittely kaavio. (www03.edu.fi).

3.3 Käytön vaikutus vikaantumiseen

Teollisuudessa koneiden ja laitteiden toimintaympäristöt ja olosuhteet eivät pysy samana vaan muuttuvat jatkuvasti. Tämä muutos on termodynamiikan kannalta aina epäedullinen, koska se aiheuttaa kulumista, joko hallittua tai hallitsematonta. Vikaantumisen eri vaiheita voidaan nähdä PF- käyrän avulla kuviosta 8. Vika alkaa aluksi kehittyä latenttina (lähellä oleva, näkymätön), mutta jokin ajan kuluttua se alkaa oireilla. Vian oirehtimisaika voi vaihdella mekaniikasta riippuen vuosista sekunnin murto-osiin (Järviö & Lehtiö 2017, 78 - 79).

Jos vikaantuminen on samankaltaista ja riittävän hidasta jää vian tunnistamisen ja rikkoontumisen väliin riittävästi reagointiaikaa suunnitella korjaavat toimenpiteet. Näin voidaan määrittellä koneen tarkastusvälit kyseisen vikaantumistavan suhteen. Kaikista vikaantumisista noin 33 – 40 %

pystytään löytämään vian oireilun perusteella (Moubray 97) (Järviö & Lehtiö 2017, 79).



Kuva 8. PF- käyrä, vikaantumisen eri vaiheet (Järviö & Lehtiö 2017,79).

Vaikeasti havaittavan oirehtivan vian tunnistaminen riippuu tarkastelijan näkökulmasta. Tuotantoihmiset reagoivat vasta, kun laite/kone ei toimi tai siitä kuuluu poikkeava ääni. Ympäristöihmiset taas kiinnittävät huomion silloin, jos laitteesta tihkuu öljyä, joka muodostaa lammikon (Järviö & Lehtiö 2017, 79).

3.4 Vikaantumisen estäminen

Yleisesti tiedostetaan, että vikaantuminen on merkittävä tekijä tuotantotappioihin, mutta vain harvat yritykset panostavat tosissaan hävikin vähentämiseen. Tämä vaatii uutta ajattelutapaa vikaantumisiin liittyen. Oirehtivien vikojen syntymisen aiheuttaa kaksi syytä: organisaation ongelmat ja laitteiden tekniset ongelmat. Monissa yrityksissä käyttäjät omaksuvat perinteisen tiukan jaon käytön ja kunnossapito henkilöstön välillä, eikä heillä ole kiinnostusta kunnossapitoon. Koneen käyttäjiltä myös vaaditaan kunnossapidollista osaamista ja varsin usein koneen todellinen käyttö poikkeaa siitä, mitä koneen valmistaja on edellyttänyt konetta suunniteltaessa (Järviö & Lehtiö 2017, 86).

Häiriöttömään toimintaan ja piilevien vikojen tehokkaaseen paljastamiseen on olemassa viisi eri tyyppiä:

- laitteen toimintakunnon ylläpito (puhdistus, voitelu, suuntaukset, liitosten kiristäminen)
- oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen
- toimintojen palauttaminen uutta vastaavaan kuntoon
- suunnitteluheikkouksien korjaaminen
- käyttö ja kunnossapito taitojen kehittäminen (Järviö & Lehtiö 2017, 87).

Kaikkia ylläkuvattuja toimenpiteitä tulee toteuttaa tarkasti. Laiminlyönnit voivat aiheuttaa vikaantumisen tai toimintahäiriön, joka on epäsuora tai piilevä. Myös koneiden käyttökulttuurilla on merkittävä vaikutus. Ammattitaitoiseen käytötapaan kuuluu koneen toiminnan seuraaminen (Järviö & Lehtiö 2017, 87).

4 KUNNOSSAPITOSTRATEGIA

Kunnossapitoon ja liikkeen johtamiseen on kehitetty useita erilaisia toimintakehyksiä viimeisien vuosikymmenien aikana. Toimintakehyksiin kuuluvat laatujohdannaiset strategiat, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito, johon kuuluu kaikkien aktiivinen osallistuminen, jatkuvuus ja jatkuva parantaminen. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, jossa keskitytään laatimaan oikea kunnossapitosuunnitelma (Järviö & Lehtiö 2017, 115).

Toimintamallit voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan. Ensimmäiseen kategoriaan kuuluu laatujohdannaiset strategiat, johon kuuluu työtehtävien suorittaminen oikein ensimmäisellä kerralla. Toiseen kategoriaan kuuluu Total Productive Maintenance, jonka tarkoituksena on motivoida käyttäjää huolehtimaan laitteestaan ja yhteistyön rakentaminen yrityksen muiden osastojen kanssa. Kolmannessa kategoriassa on Realibility Centered Maintenance ja Streamlined Realibility Centered Maintenance, joissa pyritään valitsemaan tehokkaat kunnossapitostrategiat (Järviö & Lehtiö 2017, 116).

4.1 TPM

Total Productive Maintenance on systemaattinen lähestymistapa, jolla huonosti toimivat kunnossapitojärjestelmät muutetaan tehokkaammiksi. Tarkoituksena on tunnistaa suurimmat kunnossapidolliset ongelmat ja aloittaa näistä järjestelmistä. Lähestymistapaan kuuluu neljä askelmaa, jotka ovat suunnittelu, mittaus, kunnostus ja huippukuntovaihe (Järviö & Lehtiö 2017, 118).

4.1.1 Suunnitteluvaihe

Suunnittelu vaiheessa otetaan huomioon kaikki mahdolliset seikat, jotka vaikuttavat koko projektiin. Projektin käynnistysvaiheessa suunnitellaan organisaatio, määritellään resurssit, määrärahat, tilat ja ihmiset. Seuraavaksi laaditaan kunnossapito suunnitelma ja konsepti (TPM,RCM jne.). Dokumentaation hallinta tulee organisoida hyvin ja toiminnan tulee olla standardoitua. Sisäinen ja ulkoinen raportointi tulee määritellä tarkasti (Järviö & Lehtiö 2017,118).

4.1.2 Mittausvaihe (TPM- menetelmä)

Mittausvaiheessa analysoidaan jo käytössä olevaa kunnossapito tietoa. Tarkasteluun otetaan yleensä 3-5 konetta, joissa on esiintynyt eniten vikoja. Vikahistorian tarkastelussa on syytä olla kriittinen tiedon luotettavuuteen. Tuloksien perusteella pystytään rajaamaan tietty lukumäärä kohteita, joissa tarvitaan kiireellisesti kunnostustoimenpiteitä (Järviö & Lehtiö 2017, 119).

4.1.3 Kunnostusvaihe

Kunnostusvaiheen alussa koneelle tehdään konkreettisia toimenpiteitä, kuten puhdistus ja kunnostus. Tämän jälkeen siirrytään käyttämään 5S-menetelmää joka on pohja koko TPM- ohjelmalle. Ohjelmassa on viisi eri vaihetta jotka ovat: lajittelu, järjestys, siivous, ohjeistus ja sitoutuminen. Ensimmäisessä vaiheessa kaikki työnteon kannalta tarpeettomat tavarat ja materiaalit poistetaan työpisteestä. Seuraavaksi työpisteelle jääville tavaroille tehdään omat paikat, josta ne ovat helposti saatavilla. Siivous vaiheessa huolehditaan, että työpiste on siisti ja edustavan sekä käyttäjien nimet merkataan näkyviin. Ohjeistuksessa mitä on siisteys ja kuinka sitä arvioidaan. Viimeinen vaihe on sitoutuminen, jonka päämääränä on ajattelutavan muutos siten, että työpisteen järjestys säilyy ja jopa paranee ilman esimiesten puuttumista asiaan (Järviö & Lehtiö 2017, 119).

4.1.4 Huippukuntovaihe

Viimeisessä vaiheessa optimoidaan töiden suunnittelu ja aikataulutus sekä maksimoidaan koneen elinaikatuotto (elinaikatuotto = myynti – kustannukset elinaikana). Viimeiseksi laaditaan kunnossapidolle suorituskykymittaristo ja mittareille tavoitearvot sekä kiinnitetään huomiota jatkuvaan parantamiseen (Järviö & Lehtiö 2017, 123).

4.2 Käytön suorittama ylläpito

Perusideana voidaan pitää käyttäjien osallistumista huoltoon, koska heillä on paras ja tuorein tieto koneen käynnin/toiminnan laadusta. Koneelle suoritetaan täydellinen puhdistus ja rasvaus, jolla estetään kiihtyvää kulumista (lika + laakeri). Työn ohessa laaditaan myös lista tarvittavista korjauksista tai puutteista. Tärkeä elementti on myös ”haastaa” koneiden käyttäjät kilpailemaan paremmuudesta

(minun kone on paras), joka taas heijastuu ammattitilpeyteen. Käyttäjien kannalta on tärkeää ymmärtää, että perusedellytys häiriöttömälle toiminnalle on puhtaus. Puhdistetaan ja siistitään toimintaympäristö, sekä eliminoidaan mahdolliset saastuttavat tekijät. Kaikki tarpeeton ja ylimääräinen poistetaan koneen toiminta ympäristöstä sekä kiinnitetään huomiota likaantumiseen ja tehostetaan lian poistoa. Huolto-ohjeiden laadinnassa tulee kiinnittää huomiota, että ne ovat selkeät, jotta kone saavuttaa luotettavan toiminta tason. Selkeiden ohjeiden laatiminen vaatii koneendokumentaatiota ja tuntemusta (Järviö & Lehtiö 2017, 157 - 158).

Yleistarkastuksia vaativat kohteet käydään koneen käyttäjien kanssa läpi ja tarvittaessa muokataan rakenteita tarkastuksen helpottamiseksi. Käyttäjät huolehtivat koneen päivittäisestä kunnossapidosta, joten he tarvitsevat tarkat ohjeet joiden mukaan toimia. Tarkastukset ovat aikataulutettuja ja suoritustapa perustuu aisteihin. Käyttäjille muodostuu koneesta parempi tuntemustaso, sekä he oppivat tekemään pieniä korjauksia itse. Tehdyt tarkastukset tallennetaan myöhempää tarkastelua varten ja tulosten analysointi on tärkeää tarkastusohjeita parannettaessa (Järviö & Lehtiö 2017, 159 - 160).

4.3 RCM

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito on toimintamalli, jolla luodaan koneelle tai sen osalle kunnossapito-ohjelma. Toimintamallissa on oleellista, että laitteet ja prosessit tunnetaan siten, että niille voidaan valita oikea kunnossapidon strategia. Tärkeintä suunnittelussa on selvittää missä prosesseissa kunnossapitoa tarvitaan. Prosessien määrittelyn ja prioriteettien jälkeen selvitetään millaisia laitteita ja koneita prosesseissa on. Suunnittelussa tulee selvittää myös millä tavalla koneet voivat vikaantua ja mitkä vikaantumisen seuraukset ovat. Vikaantumisen varalta selvitetään kunnossapidolliset toimet ja voidaanko näitä käyttää. Kerättyjen tietojen perusteella luodaan kunnossapito-ohjelma. (Järviö & Lehtiö 2017, 165.)

Prosessin toiminnan varmistaminen on vikaantumisen välttämistä. Laitteen kunnon arvioinnissa voidaan ottaa esiin kysymys, mitä vahinkoja vikaantuminen aiheutti? Tai mitä voidaan tehdä vian havaitsemiseksi ja estää se riittävän ajoissa? Näiden kysymysten avulla voidaan hallita vikaantumista tai vikojen vaikutusta mahdollisimman hyvin. Kunnonvalvonta perustuu aisteihin (näkö ja kuulo) ja sen

päätehtävä on oirehtivien vikojen havaitseminen, että ne voidaan korjata suunnitellusti (Järviö & Lehtiö 2017, 170 - 171).

4.4 Asset management

Kunnossapitomenetelmän valinta perustuu laitteen sekä vaurion arvoon. Kuvion 9 taulukon avulla voidaan nähdä, kuinka kunnossapidon intensiivisyys vähenee, kun kriittisyys ja laitteen arvo laskee (Järviö & Lehtiö 2017, 129).

| Kriittisyys | Laitteen arvo (JHA) | | | | |
|---|---|---|--|--|---|
| | 1 Turvallisuus, ympäristö | 2 yli 100 k€ | 3 10 - 100 k€ | 4 1 - 10 k€ | 5 alle 1 k€ |
| High Mikä tahansa seisokki aiheuttaa yli 100 k€ menetykset | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Jatkuva seuranta ➤ Kunnonvalvonta ➤ Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi ➤ Huolto ➤ Monitorointi | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Jatkuva seuranta ➤ Kunnonvalvonta ➤ Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi ➤ Huolto | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunnonvalvonta ➤ Tarkastus ➤ Huolto ➤ jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Huolto ➤ Tarkastus ➤ Aikataulutettu vaihto | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Huolto ➤ Tarkastus |
| Medium Seisokki aiheuttaa 10-100 k€ menetykset | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunnonvalvonta ➤ Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi ➤ Huolto | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunnonvalvonta ➤ Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi ➤ Huolto | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunnonvalvonta ➤ Tarkastus ➤ Huolto | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tarkastus ➤ Huolto | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Huolto ➤ RTF |
| Low Vaurio aiheuttaa 1-10 k€ menetykset | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunnonvalvonta ➤ Huolto ➤ Tarkastus ➤ Suunniteltu korjaaminen | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunnonvalvonta ➤ Huolto ➤ Tarkastus ➤ Suunniteltu korjaaminen | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Huolto ➤ Tarkastus ➤ Kunnonvalvonta | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Huolto ➤ RTF | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Käyttö huoltaa ➤ RTF |
| Non-critical Vaurio aiheuttaa alle 1 k€ menetykset | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunnonvalvonta ➤ Huolto ➤ Tarkastus ➤ Aikataulutettu korjaus | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunnonvalvonta ➤ Huolto ➤ Tarkastus ➤ Aikataulutettu korjaus | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunnonvalvonta ➤ Huolto ➤ Tarkastus | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Huolto ➤ RTF | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Käyttö huoltaa ➤ RTF |

Kuvio 9. Kunnossapitomenetelmän valinta strategia (Järviö & Lehtiö 2017, 130).

4.5 SRCM

Virtaviivaistettu luotettavuuskeskeinen kunnossapito on vapaampi versio RCM -menetelmästä. RCM -menetelmä on kallis ja teollisuudessa vain noin 10% laitteista on prosessin kannalta niin kalliita tai kriittisiä, että niille kannattaisi laatia kunnossapito ohjelma RCM:n työkaluilla (Järviö & Lehtiö 2017, 115 - 116).

5 KUNNOSSAPITO JA HUOLTOSUUNNITELMA

Työn tekeminen aloitettiin joulukuussa 2017. Ensimmäisen vierailun tarkoitus oli tutustua yrityksen toimintaan ja sitä kautta saada parempi kuva toiminnasta. Yritys x:n tuotantopäällikkö J. Kurkela veti opastetun tehdaskierroksen jonka aikana kaikki pääprosessit ja koneet käytiin läpi. Tämän jälkeen tutustuttiin työn kohteena olevan CNC- työstökeskuksen toimintaan sekä koneen käyttäjiin. Jo ensimmäisellä vierailukerralla havaittiin, että kone ja työympäristö olivat epäsiistejä. Samalla syntyi myös vaikutelma, että koneella tehtiin päivittäinen työ, mutta säännöllistä kunnossapitoa ei ollut. Päivittäistä huoltoa tehtiin, kun siihen koettiin olevan tarvetta tai havaittiin toimintahäiriö. Tuntiperusteisista huolloista ei kenelläkään ollut tietoa milloin ne tulisi tehdä. Voidaankin todeta, että huolto perustui täysin käyttäjien aistien varaan, jolloin vian/häiriön analyysin taso riippui käyttäjien ammattitaidosta. Jotta koneen huolloille olisi tarvittavasti aikaa ja oikea ajankohta, tulee se huomioida jo töiden kuormitusvaiheessa.

5.1 Työn rajaukset ja tavoitteet

Työn rajaukseksi asetettiin yritys x:ltä, että työ olisi mahdollisimman käytännönläheinen sekä helposti toteutettavissa. Mitään raskaita toimintamalleja tai mittaristoja ei lähdettäisi toteuttamaan, vaan soveltaen olemassa olevia toimintamalleja poimittaisiin yritykselle hyödynnettävää tietoa. Yrityksellä ei ole omaa kunnossapitohenkilöä, joten se myös rajasi työtä siten, että päivittäiset kunnossapito tehtävät tulee käyttäjien suorittaa. Se myös lisää heidän tarvettaan tietää koneesta enemmän ja siihen tarvitaan käytännön koulutusta. Tavoitteeksi asetettiin kunnossapito- ja huolto-ohjeet, jotka tulee olla selkeät ja helposti käytettävissä.

5.2 Työn toteutus

Varsinainen tutkivaosuus alkoi etsimällä mahdollisimman ajankohtaista lähdeaineistoa opinnäytetyöhön. Kirjallisuutta löytyi kunnossapidosta aika hyvin, mutta se oli myös melko kirjavaa. Sopivien lähdeaineistojen löydyttyä ja aineistonläpikäymisen jälkeen toteutettiin työn teoriaosuus. Uutena asiana tuli, että kunnossapito on vain yksi osa laajemmasta kokonaisuudesta, joka on tuotanto-omaisuus ja sen hoito. Tuotanto-omaisuus käsittää niin koneet, laitteet, kiinteistöt

ja maa-alueet. Työn aloituksessa meni paljon aikaa tutustuessa TPM, RCM, Asset Management ja Six sigma strategioihin ja miettiessä, kuinka niitä voisi soveltaa parhaiten tähän työhön. Yritys x:n pyyntö oli, että kunnossapito- ja huolto-ohjelma olisi mahdollisimman yksinkertainen ja helppo käyttää, joka määritti työn siten, että se on sekoitus TPM:ää ja RCM:ää. Six sigma ei soveltunut käytettäväksi tässä työssä, koska se soveltuu parhaiten käytettäväksi elektroniikkateollisuudessa. Työn tuloksena tehtiin konekortti (liite 1), josta ilmenee koneen huolto pisteet niin päivittäiseen kuin tuntimääräiseen kunnossapitoon. Päivittäisiin tarkistuksiin varataan joka päivä 15 min, viikoittaisiin 30 min ja tuntimääräiset kunnossapitokohteet aikataulutetaan koneen käytetyn tuntimäärän mukaan. Näin menetellen osataan varata kunnossapitoon sen vaatima aika ja koneelle tärkeät huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet tulevat tehtyä. Turvalaitteista (liite 2) ja pääkomponenteista (liite 4) tehtiin omat kartat, josta komponentit löytyvät helposti kunnossapitoa varten. Työpistelomakkeen (liite 3) tarkoituksena oli saada järjestys ja siisteys työpisteeseen sekä koneen käyttöympäristöön. Koska mitään historiatietoa huolloista ei ollut olemassa, aloitettiin huoltojen kirjaaminen ja tallentaminen (liite 1). Konekortti, turvalaitekartta, työpistelomake ja komponenttikartta sijoitettiin mappiin, joka on työstökeskuksella omalla paikallaan.

5.3 Käyttöönotto ja ohjeistus

Varsinainen työn käyttöönotto tapahtui pitämällä koneen käyttäjille palaveri, jossa aluksi tutustuttiin opinnäytetyön teoriaosuuteen. Tämän jälkeen koneen käyttäjille opastettiin, kuinka konekortti ja työpistelomake tulee täyttää ja säilyttää. Viimeiseksi käytiin läpi kaikki koneen huoltopisteet ja turvalaitteet, jotta niiden sijainti olisi kaikille selvillä ja mitä niille tulee tehdä tarkistuksessa. Työpistelomake koettiin aluksi hieman hankalaksi ja työlääksi, mutta pienen tutustumisen jälkeen ymmärrettiin sen perimmäinen tarkoitus, joka on ylläpitää työpisteen sekä työympäristön siisteys ja järjestys. Työn kannalta tämä oli aivan välttämätöntä, koska työpisteen siisteydestä ja järjestyksestä oli jokaisella käyttäjällä oma näkemys eikä yhteisiä pelisääntöjä tuntunut olevan.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda yrityksen tärkeälle työstökeskukselle kunnossapito- ja huolto-ohjelma. Tätä työtä voidaan pitää ns. pilottihankkeena, koska käytössä ei ollut mitään kunnossapito-ohjelmaa ja työstökeskus olikin vähän oman onnensa nojassa huoltojen suhteen. Omat haasteensa asetti myös yrityksen koko, koska varsinaista kunnossapitohenkilöä ei ole. Tästä syystä työn pääpaino olikin käyttäjien suorittama kunnossapito, joka vaati aluksi käyttäjille koulutusta, jotta heidän koneen tuntemuksensa olisi vaaditulla tasolla. Aluksi käyttäjien taholta oli havaittavissa pientä muutosvastarintaa, kun he kokivat työmääränsä lisääntyvän, mutta mitä pidemmälle tutustuimme opinnäytetyöhön, hekin ymmärsivät sen tosiasian, että vain näiden ohjeiden avulla voidaan parantaa kunnossapitoa sekä luoda siistimpi työympäristö. Tärkeimpänä yksittäisenä asiana nostin esiin, että koneen tuntemus liittyy myös osana ammattitaitoon.

Omasta mielestäni onnistuin työssä hyvin, kun sain luotua kattavat ja tarkat ohjeet. Myös käytännön opastuksessa tarkastettavat kohteet löytyivät helposti.

Positiivisena asiana voisin myös mainita käyttäjien suhtautumisen asiaan, kun yhdessä purimme opinnäytetyön tuloksia. Olin myös havaitsevani helpotusta ja innostumista, kun tuli selkeät ohjeet joiden mukaan toimia ja tehdä kunnossapitoa.

Aikaisemmin mainitsin, että tämä oli pilottihanke ja vasta useamman kuukauden käyttökokemusten jälkeen voidaan nähdä suurimmat tulokset. Näiden tulosten pohjalta voidaan myös sitten tehdä johtopäätökset otetaanko tämä käyttöön muidenkin koneiden ja laitteiden osalta.

6.1 Pohdintaa

Odotan itse mielenkiinnolla tuloksia useamman kuukauden päästä. Silloin voidaan nähdä oikeasti tämän työn vaikutus koneen kunnossapidon ja työympäristön siisteyden suhteen. Koneen huolto-ohjeista tuli hyvinkin yksityiskohtaiset ja huoltojen toteuttaminen on nyt käyttäjien vastuulla. Tämän työn tulokset riippuvatkin juuri siitä, kuinka he omaksuvat tämän uuden toimintamallin ja kuinka tarkasti sitä noudatetaan. Opinnäytetyön alussa koin innostusta lähtökohdista, jotka olivat käytännössä surkeat kunnossapidon kannalta ja odotankin, että nopeasti saadaan näkyviä muutoksia. Uskon vahvasti, että kun käyttäjät

huomaavat oman toimintansa merkityksen, se alkaa innostamaan sekä kehittämään toimintaa. Tähän kehittämiseen haluaisinkin lähteä mukaan siten, että kun on saatu näkyviä tuloksia edistymisestä, haastetaan muidenkin koneiden käyttäjät mukaan ja laaditaan heille oma ohjelma. Tulevaisuudessa yrityksen kannalta olisi hyvä miettiä, että olisiko kannattavaa palkata henkilö kehittämään ja ylläpitämään kunnossapitotoimea. Kunnossapidon kannalta olisi syytä myös kehittää dokumentointia ja mittareita, jotta pystyttäisiin paremmin analysoimaan tuloksia sekä tekemään vertailuja esimerkiksi kunnossapidon vaikutuksista, kustannuksista ja tuotoista.

LÄHTEET

Järviö & Lehtiö. 2017. Kunnossapito. tuotanto-omaisuuden hallinta. Helsinki: Promaint.

Risto Heinonkoski. 2004. Kone automaation kunnossapito. Uusikaupunki: Opetushallitus

Kurkela, J. Tuotantopäällikkö. Yritys x:n. Haastattelu 20.12.2017

Järviö, J. Service Management Solutions SMS Oy [viitattu 23.3.2018]. Saatavissa: <http://www.tokem.fi/loader.aspx?id=44a755ba-ed21-4e67-9768-0fdf4a1fabcc>

Opetushallitus 2018. [viitattu 26.3.2018]. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_6-1_vikojen_analysoint

LIITTEET

LIITE 1. Konekortti

Työstökeskuksen käyttötunnit: 434_h Pvm. 3.4.2018

Huoltoa suoritettaessa on aina käytettävä: suojalasit, hansikkaat, suojavaatteet!

Joka työvuoron ja viikon jälkeen tehtävät huollot tulee käyttäjien omaksua rutiiniksi, joka kuuluu osana työn kuvaan. Kyseisistä huolloista ei tehdä merkintää.

| Joka vuoron jälkeen / 8h | Kohde | Toimenpide |
|--|---|------------|
| Työstökone | lepopinnat | puhdistus |
| | mikro kytkimet ja kamerat | puhdistus |
| | puhaltimet | puhdistus |
| | | |
| FRL (pneumatiikka voitelu järjestelmä)/ Kuva 1 | öljyn pinnan tarkistus lisätään tarvittaessa | tarkistus |
| | järjestelmän puhdistus tarvittaessa | puhdistus |
| | | |
| Keskus voitelu järjestelmä/ Kuva 2 | tarkista öljyn pinnan korkeus | tarkistus |
| | silmä määräinen tarkistus | tarkistus |
| | järjestelmä paineen tarkistus | tarkistus |
| | | |
| Joka viikon jälkeen / 40h | Kohde | Toimenpide |
| Työstökone | sähkökaapin tuuletin + suodatin | puhdistus |
| | sähkö pöytä | puhdistus |
| | Koneen sisältä ja suojien alta | puhdistus |
| | | |
| Joka kuukauden jälkeen | Kohde | Toimenpide |
| Työstökone | rasvaa jalakset ja johteet | voitelu |
| | poista kondensaatio | puhdistus |

| | | |
|--|---|-----------------------|
| | sähkökaapin ilmanvaihdesta | |
| Keskus rasvaus järjestelmä/ Kuva 3 | voiteluaineen pinnan korkeus. koko järjestelmä, putket, kulmat, laakerit. pumpun toiminta | tarkistus |
| FRL (pneumatiikka voitelu järjestelmä) | öljyn pinnan korkeus | tarkistus |
| | poista kondensaatio järjestelmästä | puhdistus |
| Työstökone | työkalu pidin ja terä | puhdistus ja rasvaus |
| | | |
| Joka 6 kk:n jälkeen | Kohde | Toimenpide |
| Työstökone | sähköliitännät + komponentit | visuaalinen tarkistus |
| | turvallaitteet | toiminnan tarkistus |
| | pneumatiikka turvallaitteet (matalapaine) | toiminnan tarkistus |
| | häätä seis napit | toiminnan tarkistus |
| | 2-käsi ohjaimet | toiminnan tarkistus |
| | pneumatiikka putket ehjät + kiinnitys | tarkistus |
| | johteet, ruuvit, puhaltimet suojat | visuaalinen tarkistus |

| Tarkistuskohde | Tarkistajan nimikirjaimet ja ajankohta. | | | | | | | |
|-------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|
| Kuukauden huollot | | | | | | | | |
| 6 kk huollot | | | | | | | | |

Tuntimääräisesti suoritettavat kunnossapito kohteet on esitetty alla olevassa taulukossa:

| Kohde | Toimenpide | Tunti väli tarkistuksille | tarkastukset suoritettava kyseisissä tuntimäärissä + nimikirjaimet | tarkastukset suoritettava kyseisissä tuntimäärissä + nimikirjaimet |
|---------------------------------|--|---------------------------|--|--|
| Pneumatiikka järjestelmä | visuaalinen tarkistus putkistolle | 1000h | 1000h | 2000h |
| Mekaaniset osat | visuaalinen tarkistus: johteet, suojat, laakeri ruuvit, puhaltimet | 1000h | 1000h | 2000h |
| Sähkö järjestelmä | visuaalinen tarkistus: kaapelit, liitännät ja turvalaitteet | 1000h | 1000h | 2000h |
| Pneumatiikka järjestelmä | solenoidi venttiilin tarkistus FRL yksikön tarkistus | 2000h | 2000h | 4000h |
| Mekaaniset osat | hihnojen kireyden tarkistus | 2000h | 2000h | 4000h |
| | tarkista liitântöjen kireys: mutterit, laipat jne.. | 2000h | 2000h | 4000h |
| Sähkö johdot | koneistuspään jakoputki, sähkökaapin ilman puhallin | 2000h | 2000h | 4000h |
| Sähkö kaappi | ilman vaihdon huolto | 10000h | 10000h | 20000h |

**Kuva 1. FRL (Filter-Regulator-lubricator)
Ryhmä**



Tarkista öljyn pinnan korkeus (1.)

Puhdista kondensaatio purkamalla
suodatin (1.)

Suosittelavat öljy laadut on esitetty alla olevassa taulukossa:

| BRAND | TYPE OF OIL |
|--------|--------------------|
| AGIP | Oso 10 |
| ESSO | Nuto H 5 |
| MOBIL | Velocite Oil No. 4 |
| Q8 | Puccini 4P |
| TEXACO | 300 Oil 5 |
| TOTAL | Azolla ZS 15 |

Kuva 2. Keskusvoitelu järjestelmä



Suosittelavat öljy laadut on esitetty alla olevassa taulukossa:

| BRAND | TYPE OF OIL |
|-------|-----------------|
| MOBIL | DTE OIL HEAVY |
| MOBIL | DTE OIL MEDIUM |
| MOBIL | VACTRA OIL N. 2 |

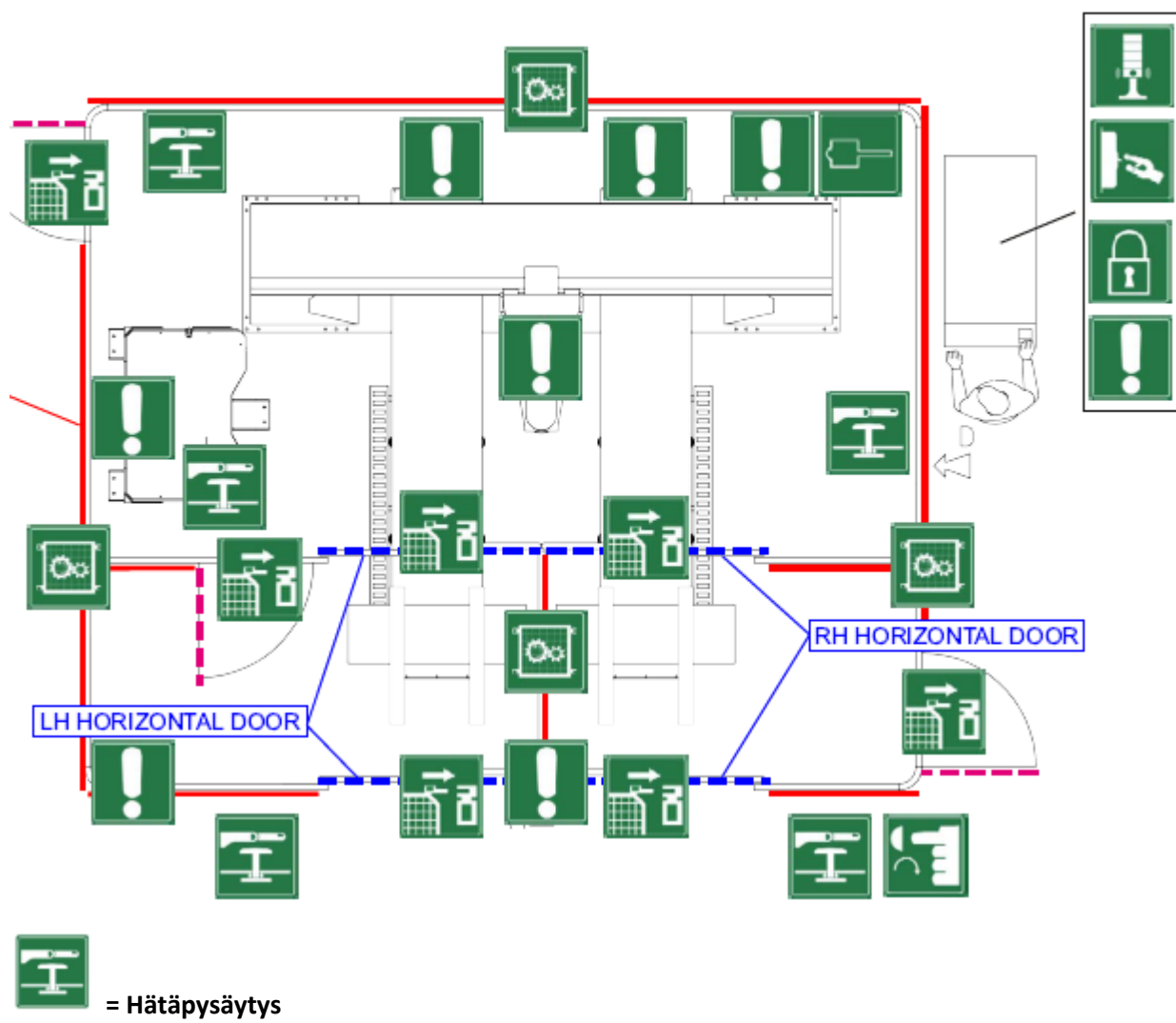
Kuva 3. Keskusrasvaus järjestelmä



Suosittelavat rasva laadut on esitetty alla olevassa taulukossa:

| TYPE OF GREASE |
|------------------------|
| NLGI-0 (or equivalent) |
| NLGI-1 (or equivalent) |

LIITE 2. Turvalaitekartta





= Lukitse / tunnista: Pneumatiikka / sähkö



= Valo / sireeni



= Kiinteät suojat



= Liikuteltavat suojat



= Lian poistaja



= Käynnin pysäytys



= Lukitsin / sähköpöytä

LIITE 3. Työpistelomake

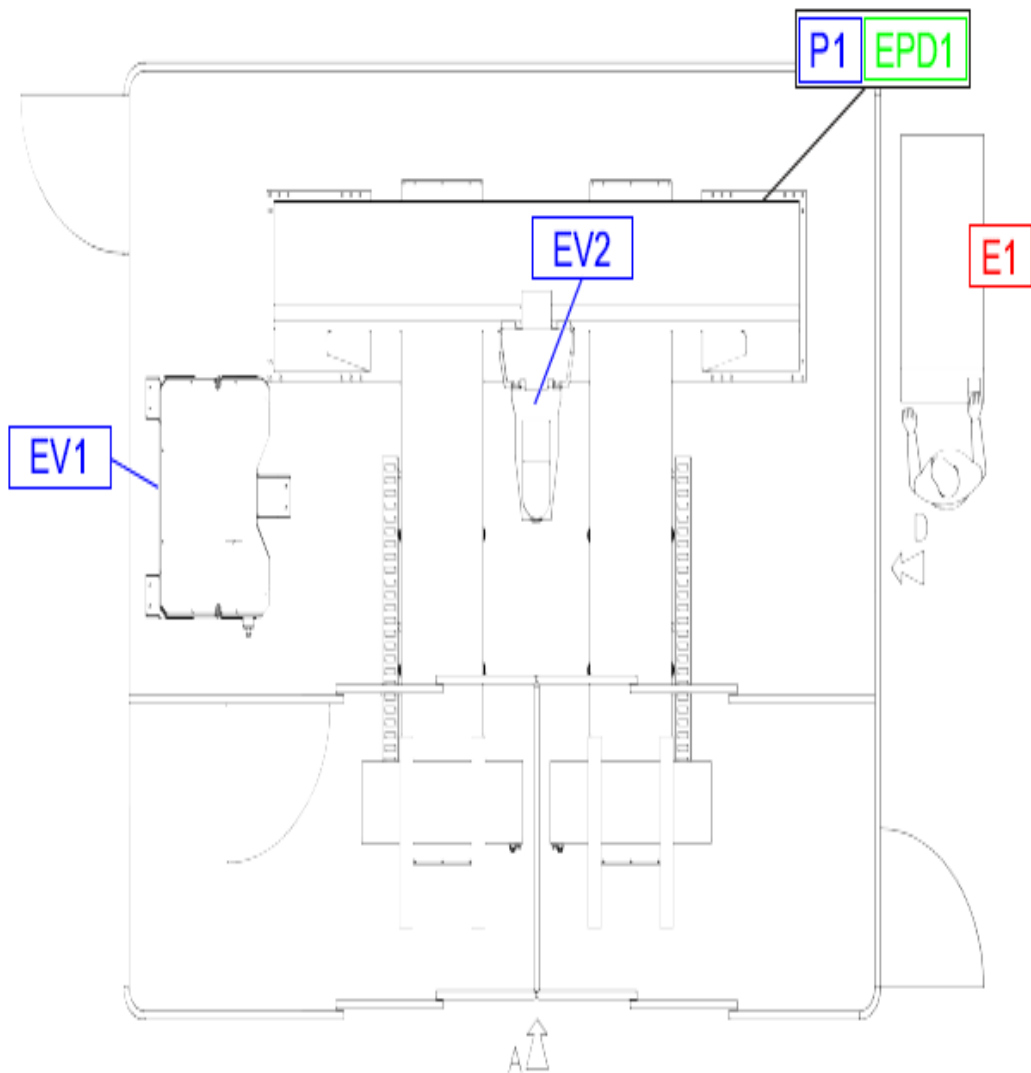
Tehdään yhdessä viihtyisämpi työpaikka!

Taulukko täytetään joka kuukauden viimeisenä perjantaina koneen päivittäisen kunnossapidon jälkeen. Seuraavalla viikolla arviointi tulokset analysoidaan ja ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin parannusten saavuttamiseksi.

| Viihtyisä työpaikka | | Työpiste: | Arvioitsija: | Pvm. | | | | | |
|---------------------|-----|---|--|-----------|---|---|---|---|--|
| | | Mittaustulos: | Aikaisempi tulos: | A r v i o | | | | | |
| Lajittelu | Nro | Tarkastuskohde | Kuvaus | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | 1 | Tarpeettomat ja materiaalit ja työkalut | Onko työpisteessä tarvikkeita/ työkaluja joita ei tarvita päivittäin | | | | | | |
| | 2 | Tarpeettomat koneet/laitteet | Onko työpisteessä tarpeettomia koneita/laitteita | | | | | | |
| | 3 | Tarpeettomat osat | Ylimääräisiä osia, tarvikkeita, piilovarastoja | | | | | | |
| | 4 | Väärin merkityt tavarat | Onko merkitty tarpeellisiksi vaikka ei käytetä | | | | | | |
| | 5 | Hankaloittavat ohjeet/tavat | Noudatettavat ohjeet jotka kerryttävät varastoja | | | | | | |
| | | | Yhteensä | | | | | | |
| Järjestys | 6 | Onko säilytys tilat merkitty | Jokaisella säilytyspisteellä oma nimi | | | | | | |
| | 7 | Sisällysluettelot | Onko säilytyspisteen tavarat listattu | | | | | | |
| | 8 | Säilytysmäärät | Onko säilytyspisteen tavaroilla määrät | | | | | | |
| | 9 | Kulkureitit | Onko kulkureitit, työpisteet, varoalueet merkattu selvästi | | | | | | |
| | 10 | Tavaroiden esilläolo | Onko yhteiset tarvikkeet/työkalut helposti saatavilla | | | | | | |
| | | | Yhteensä | | | | | | |
| Siivous | 11 | Lattioiden ja seinien puhtaus | Lattiat ja seinät ovat puhtaat | | | | | | |
| | 12 | Koneiden pinnat ja ympäristöt | Ovatko koneet ja ympäristö puhtaat/siistit | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---------------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | 13 | Koneiden ja laitteiden toiminta edellytykset | Puhdistavat koneen käyttäjät koneen ja ympäristö tarkastaessaan sitä | | | | | | |
| | 14 | Puhtausvastaavat | Onko eri työpisteiden puhtaudesta vastaavat henkilöt nimetty | | | | | | |
| | 15 | Aloitteellisuus | Pitävätkö ihmiset työympäristönsä puhtaana ilman käskemistä | | | | | | |
| | | | Yhteensä | | | | | | |
| Säännöt | 16 | Ilmastointi | Pysyykö työpisteen ilma puhtaana / hajuttomana | | | | | | |
| | 17 | Valaistus | Onko valaistus riittävä | | | | | | |
| | 18 | Työvaatteiden puhtaus | Ovatko kaikkien ihmisten työvaatteet puhtaana | | | | | | |
| | 19 | Likaantumisen estäminen | Estävätkö ihmiset likaantumista vai annetaanko likaantua jonka jälkeen puhdistetaan | | | | | | |
| | 20 | Järjestyssäännöt | Onko edellä mainitut lajittelu, järjestys ja siivous ohjeistettu | | | | | | |
| | | | Yhteensä | | | | | | |
| Sitoutuminen | 21 | Ohjeiden noudattaminen | Noudattavatko kaikki annettuja työturvallisuus ym. ohjeita | | | | | | |
| | 22 | Yhteistyö | Kannustavatko ihmiset toisiaan pitämään paikat puhtaina ja järjestyksessä | | | | | | |
| | 23 | Täsmällisyys | Noudattavatko kaikki esim. taukoajoja, saapuvat ajoissa tapaamisiin ym. | | | | | | |
| | 24 | Laadittujen sääntöjen noudattaminen | Noudattavatko kaikki sovittuja sääntöjä ja tekevät oman osuutensa | | | | | | |
| | 25 | Sitoutuminen | Kokevatko kaikki ihmiset mielekkäiksi sovitut säännöt (työturvallisuus, siisteys, laatu) | | | | | | |
| | | | Yhteensä | | | | | | |

LIITE 4. Pääkomponentit



E1 = Virtalähde

P1 = Pneumatiikka liitännät

EPD.. = Sähkö- ja pneumatiikkapääkeskus

EV.. = Pneumatiikkakomponentit